



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>F02G 1/02, F25B 1/00</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/32963</b> (43) Date de publication internationale: 30 juillet 1998 (30.07.98)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/00109 (22) Date de dépôt international: 22 janvier 1998 (22.01.98) (30) Données relatives à la priorité: 97/00851 22 janvier 1997 (22.01.97) FR (71)(72) Déposant et inventeur: NEGRE, Guy [FR/FR]; Forum Aurelia, Route du Val, F-83170 Brignoles (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): NEGRE, Cyril [FR/FR]; Forum Aurelia, Route du Val, F-83170 Brignoles (FR).	(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW; brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  Publiée Avec rapport de recherche internationale.	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECUPERATING AMBIENT THERMAL ENERGY FOR VEHICLE EQUIPPED WITH AN POLLUTION-FREE ENGINE WITH SECONDARY COMPRESSED AIR

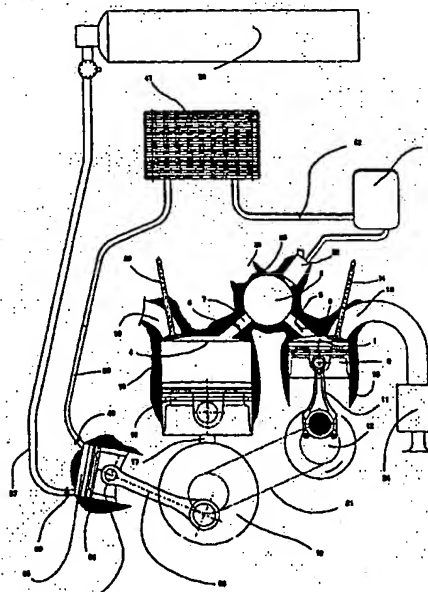
(54) Titre: PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE RECUPERATION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE AMBIANTE POUR VÉHICULE ÉQUIPÉ DE MOTEUR DÉPOLLUÉ À INJECTION D'AIR COMPRIMÉ ADDITIONNEL

## (57) Abstract

The invention concerns a method for recuperating ambient thermal energy for an engine or vehicles equipped with pollution-free motors functioning with injection of secondary compressed air in the combustion chamber (2) and having a reservoir for storing highly compressed air (23). The highly compressed air contained in the reservoir is, previous to its being injected into the chamber (2), expanded in a system with variable volume such as a piston-cylinder assembly (54, 55), producing a work which is used by mechanical means or the like. This expansion- to the injecting pressure- with work causes the air to cool to a very low temperature. This air is then propelled into a heat exchanger (41) where it is heated, thus increasing in pressure and/or in volume by recuperating a supply of thermal energy derived from the atmosphere. The invention is applicable to all engines equipped with compressed air injection and to the production of conditioned air in the vehicle.

## (57) Abrégé

Procédé de récupération d'énergie thermique environnante pour moteur ou véhicules équipés de moteurs dépollués fonctionnant avec une injection d'air comprimée additionnel dans la chambre de combustion (2) et ayant un réservoir de stockage d'air comprimé haute pression (23). L'air comprimé haute pression contenu dans le réservoir est, préalablement à son injection dans la chambre (2), détendu dans un système à volume variable tel un ensemble piston cylindre (54, 55), produisant un travail qui est utilisé par des moyens mécaniques ou autres. Cette détente - à la pression d'injection - avec travail a pour conséquence de refroidir l'air à une très basse température. Cet air est ensuite propulsé dans un échangeur thermique (41) où il va se réchauffer et augmenter ainsi sa pression et/ou son volume en ayant récupéré un apport d'énergie thermique provenant de l'atmosphère. Application à tous moteurs équipés d'injection d'air comprimé. Application à la production d'air climatisé dans le véhicule.



### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce		de Macédoine	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	ML	Mali	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MN	Mongolie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MR	Mauritanie	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MW	Malawi	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	MX	Mexique	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Pays-Bas	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NO	Norvège	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire	NZ	Nouvelle-Zélande		
CM	Caméroun		démocratique de Corée	PL	Pologne		
CN	Chine	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CZ	République tchèque	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DK	Danemark	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
EE	Estonie	LR	Libéria	SG	Singapour		

PROCEDE ET DISPOSITIF DE RECUPERATION DE L'ENERGIE THERMIQUE  
AMBIANTE POUR VEHICULE EQUIPE DE MOTEUR DEPOLLUE A INJECTION  
D' AIR COMPRIME ADDITIONNEL

5 L'invention concerne les véhicules terrestres et plus particulièrement ceux équipés avec des moteurs dépollués ou dépolluants à chambre de combustion indépendante ou non, fonctionnant avec injection d'air comprimé additionnel, et comportant un réservoir d'air comprimé haute pression.

10 L'auteur a décrit dans sa demande de brevet publié WO 96/27737 un procédé de dépollution de moteur à chambre de combustion externe indépendante, fonctionnant suivant un principe bi-modes à deux types d'énergie, utilisant soit un carburant conventionnel tel essence ou gasoil sur route (fonctionnement mono-mode à air-carburant), soit, à basse vitesse, notamment en zone urbaine et suburbaine, une addition d'air comprimé dans la chambre de combustion (ou tout autre gaz non polluant) à l'exclusion de tout autre carburant, (fonctionnement mono-mode à air, 15 c'est à dire avec addition d'air comprimé). Dans sa demande de brevet FR 9607714, l'auteur a décrit l'installation de ce type de moteur en fonctionnement mono-mode, avec addition d'air comprimé, sur les véhicules de services, par exemple des autobus urbains.

20 Dans ce type de moteur, en mode air-carburant, le mélange air carburant est aspiré et comprimé dans une chambre d'aspiration et de compression indépendante. Puis ce mélange est transféré, toujours en pression, dans une chambre de combustion indépendante et à volume constant pour y être enflammé afin d'augmenter la température et la pression dudit mélange. Après l'ouverture d'un transfert reliant ladite chambre de combustion ou d'expansion à une chambre de détente et d'échappement, ce mélange sera détendu dans cette dernière pour y produire un travail. Les gaz détendus sont ensuite évacués à l'atmosphère à travers un conduit d'échappement.

25 En fonctionnement à air plus air comprimé additionnel qui nous intéresse plus particulièrement dans le cadre de l'invention, à faible puissance, l'injecteur de carburant n'est plus commandé ; dans ce cas, l'on introduit dans la chambre de combustion, sensiblement après l'admission dans cette dernière de l'air comprimé -sans carburant- provenant de la chambre d'aspiration et de compression, une petite quantité d'air comprimé additionnel provenant d'un 30 réservoir externe où l'air est stocké sous haute pression, par exemple 200 bars, et à la température ambiante. Cette petite quantité d'air comprimé à température ambiante va s'échauffer au contact de la masse d'air à haute température contenue dans la chambre de combustion ou d'expansion, va se dilater et augmenter la pression régnant dans la chambre pour permettre de délivrer lors de la détente un travail moteur.

35 Ce type de moteur bi-modes ou bi-énergies (air et essence ou air et air comprimé additionnel) peut également être modifié pour une utilisation préférentielle en ville par exemple sur tous véhicules et plus particulièrement sur des autobus urbains ou autres véhicules de services

(taxis bennes à ordures etc.), en mono-mode air-air comprimé additionnel, par suppression de tous les éléments de fonctionnement du moteur avec le carburant traditionnel.

Le moteur fonctionne seulement en mono-mode avec l'injection d'air comprimé additionnel dans la chambre de combustion qui devient ainsi une chambre d'expansion. En outre, l'air aspiré par le moteur peut être filtré et purifié à travers un ou plusieurs filtres à charbon ou autre procédé mécanique, chimique, tamis moléculaire, ou autres filtres afin de réaliser un moteur dépolluant. L'emploi du terme « air » dans le présent texte s'entend « tout gaz non polluant ».

Dans ce type de moteur, l'air comprimé additionnel est injecté dans la chambre de combustion ou d'expansion sous une pression d'utilisation déterminée en fonction de la pression régnant dans la chambre et sensiblement plus élevée que cette dernière, pour permettre son transfert par exemple 30 bars. Pour ce faire il est utilisé un détendeur de type conventionnel qui effectue une détente sans travail n'absorbant pas de chaleur, donc sans abaissement de température permettant ainsi d'injecter dans la chambre de combustion ou d'expansion un air détendu (au environ de 30 bars dans notre exemple) et à température ambiante.

Ce procédé d'injection d'air comprimé additionnel peut également être utilisé sur des moteurs conventionnels 2 ou 4 temps où ladite injection d'air comprimé additionnel est effectué dans la chambre de combustion de moteur sensiblement au point mort haut allumage.

Le procédé suivant l'invention, propose une solution qui permet d'augmenter la quantité d'énergie utilisable et disponible. Il est caractérisé par les moyens mis en oeuvre et plus particulièrement par le fait que, l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage sous très haute pression, par exemple 200 bars, et à température ambiante, par exemple 20 degrés, préalablement à son utilisation finale à une pression inférieure par exemple 30 bars, est détendu à une pression proche de celle nécessaire à son utilisation finale, dans un système à volume variable, par exemple un piston dans un cylindre, produisant un travail qui peut être récupéré et utilisé par tous moyens connus, mécanique, électrique, hydraulique ou autre. Cette détente avec travail a pour conséquence de refroidir à très basse température, par exemple moins 100° C, l'air comprimé détendu à une pression proche de celle d'utilisation. Cet air comprimé détendu à sa pression d'utilisation, et à très basse température est ensuite envoyé dans un échangeur avec l'air ambiant, va se réchauffer jusqu'à une température proche de la température ambiante, et va augmenter ainsi sa pression et/ou son volume, en récupérant de l'énergie thermique empruntée à l'atmosphère.

Les avantages de ce procédé suivant l'invention sont considérables; d'une part il est produit un travail, lors de la détente, qui peut être utilisé soit directement sur l'arbre moteur, soit indirectement, par exemple en entraînant des accessoires mécaniques électriques ou autres, et d'autre part, l'on récupère un apport d'énergie thermique gratuite en utilisant la température de l'atmosphère qui provoque une augmentation de pression et/ou de volume de l'air et par voie de conséquence, augmente l'autonomie d'utilisation.

L'homme de l'art peut calculer la quantité d'air très haute pression à fournir au système de détente avec travail, de même que les caractéristiques et volumes de ce dernier afin

d'obtenir en fin de cette détente avec travail la pression d'utilisation finale choisie et la température la plus froide possible et ce, en fonction de l'utilisation du moteur. Une gestion électronique des paramètres permet d'optimiser à tous moments les quantités d'air comprimé utilisées et récupérées. L'homme de l'art peut également calculer le dimensionnement et les caractéristiques de l'échangeur thermique qui peut utiliser tous concepts connus dans ce domaine sans changer le procédé de l'invention.

Il est également possible selon le procédé de l'invention d'utiliser partiellement ou non, et de réchauffer tout ou partie de l'air détendu et à basse température, sur les zones chaudes du moteur par exemple dans le système de refroidissement des cylindres et/ou de la culasse ou autre.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le travail effectué par la détente est utilisé pour réaliser une assistance pneumatique à un système de surcompression des gaz dans la chambre de combustion ou d'expansion.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le système de détente avec travail peut être utilisé pour produire de l'électricité par exemple un noyau mobile dans un enroulement, remplaçant avantageusement l'alternateur du véhicule

Selon une autre caractéristique du procédé de l'invention, l'échangeur air-air peut être aménagé pour climatiser le véhicule en été, par soufflage et distribution dans le véhicule de l'air de réchauffage qui se refroidit en traversant le radiateur et en cédant ses calories à l'air détendu.

En outre les caractéristiques particulières d'utilisation de l'invention qui viennent d'être décrites ci-dessus peuvent être combinées sans pour autant en changer le principe. par exemple le réchauffage de l'air frais détendu peut être effectué en deux étages avec d'une part de l'air atmosphérique puis du refroidissement ou vice versa, de même qu'il est possible de récupérer en début de course de l'énergie électrique puis en fin de course de l'énergie mécanique d'assistance.

Il est également possible d'effectuer l'opération de détente avec travail en deux ou plusieurs opérations telle que, une détente avec travail (utilisée par tous moyens connus) à une pression intermédiaire puis réchauffage dans un échangeur air air, avant une nouvelle détente avec travail (également utilisée par tous moyens connus) et réchauffage.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description à titre non limitatif de plusieurs modes de réalisations particulières faites en regard des dessins annexés où:

- La figure 1 représente schématiquement, vu en coupe transversale, un moteur dépollué équipé d'un dispositif d'assistance pneumatique à la commande d'un piston de surcompression.

- La figure 2 représente le même dispositif en début de détente moteur.

- La figure 3 représente le même dispositif en fin de détente moteur.

- La figure 4 représente un dispositif pneumatique générateur d'énergie électrique.

- La figure 5 représente un dispositif pneumatique mixte générateur d'énergie électrique et mécanique.

- La figure 6 représente schématiquement, vu en coupe transversale, un dispositif de récupération d'énergie thermique environnante directement utilisée sur l'arbre moteur.

- La figure 7 représente schématiquement un dispositif d'utilisation de l'échangeur permettant la climatisation du véhicule.

5 La figure 1 représente, schématiquement, vu en coupe transversale, un moteur dépollué et son installation d'alimentation en air comprimé, comportant une chambre d'aspiration et de compression 1, une chambre de combustion ou d'expansion 2 à volume constant dans laquelle est implanté un injecteur d'air additionnel 22 alimenté en air comprimé stocké dans un réservoir très haute pression 23 et une chambre de détente et d'échappement 4. La chambre  
10 d'aspiration et de compression 1 est reliée à la chambre de combustion ou d'expansion 2 par un conduit 5 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par un volet étanche 6. La chambre de combustion ou d'expansion 2 est reliée à la chambre de détente et d'échappement 4 par un conduit ou transfert 7 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par un volet étanche 8. La chambre d'aspiration et de compression 1 est alimentée en air par un conduit d'admission 13 dont  
15 l'ouverture est commandée par une soupape 14 et, en amont duquel est implanté un filtre à charbon dépolluant 24.

La chambre d'aspiration et de compression 1 fonctionne comme un ensemble de compresseur à piston où un piston 9 couissant dans un cylindre 10 est commandé par une bielle 11 et un vilebrequin 12. La chambre de détente et d'échappement 4 commande un ensemble classique  
20 de moteur à piston avec un piston 15 couissant dans un cylindre 16, qui entraîne par l'intermédiaire d'une bielle 17 la rotation d'un vilebrequin 18. L'échappement de l'air détendu s'effectuant à travers un conduit d'échappement 19 dont l'ouverture est commandée par une soupape 20. La rotation du vilebrequin 12 de la chambre d'aspiration et de compression 1 est commandée à travers une liaison mécanique 21 par le vilebrequin moteur 18 de la chambre de  
25 détente et d'échappement 4.

Selon l'invention, dans la chambre de combustion 2 est ménagé un volume de surcompression constitué d'un cylindre 25 dans lequel se meut un piston 26, dont les déplacements sont commandés par un levier à pression 27 et 28. Entre le levier à pression et sa came de commande 29 entraînée en rotation par le moteur etphasé avec ce dernier, est positionné un  
30 dispositif d'assistance. Ce dispositif d'assistance est constitué d'un piston 30 couissant dans un cylindre 31 fermé des deux côtés, le piston 30 étant relié par une tige 32 à un roulement 33 qui porte sur la came de commande 29 et d'autre part par un système de tige et bielle 34 au levier à pression 27,28 de commande du piston surpresseur 26. Le piston 30 détermine donc dans le cylindre deux chambres étanches 35 et 36, une chambre de détente et de travail 35 du côté de la  
35 came 29, et une chambre de contre pression 36 du côté du levier à pression. Un conduit d'admission d'air haute pression 37 débouche dans la chambre de détente et de travail 35, l'ouverture et la fermeture de ce conduit est commandée par une électrovanne 38. Un conduit

d'échappement 39 débouche également dans la chambre de détente et de travail 35, l'ouverture et la fermeture de ce conduit étant commandées par une électrovanne 40. Le conduit d'échappement 39 est relié d'autre part à un échangeur thermique air air ou radiateur 41 lui-même relié par un conduit 42 à une capacité tampon à pression finale d'utilisation quasi constante 43. La chambre de contre pression 36 est reliée à travers un conduit 44 à la capacité tampon 43 qui alimente également  
5 par un conduit 45 l'injecteur d'air additionnel 22.

Lors du fonctionnement du moteur en mode air air comprimé additionnel fig 1, le piston de compression vient de refouler dans la chambre d'expansion 2 de l'air comprimé à haute température, alors que le piston de surcompression 26 est à son point mort bas, l'injecteur  
10 additionnel 22 est alors commuté pour injecter dans la chambre une petite quantité d'air additionnel à température ambiante et à une pression légèrement supérieure à celle régnant dans la chambre d'expansion 2. Une première augmentation de pression est alors constatée dans la chambre d'expansion 2. L'électrovanne 38 commandée par un calculateur s'ouvre pour admettre une petite quantité d'air à très haute pression et à température ambiante, provenant du réservoir de  
15 stockage 23 puis se referme alors que simultanément, la came 29 commence à repousser le piston d'assistance 30. L'air comprimé très haute pression qui a été admis dans la chambre de détente et de travail 35 va repousser le piston d'assistance 30, qui va lui-même, par l'intermédiaire des tige et bielle 34 et du levier à pression 27,28 repousser à son point mort haut le piston de surcompression 26 augmentant encore la pression dans la chambre d'expansion 2.

20 Durant la course du piston d'assistance 30, l'air comprimé contenu dans la chambre d'assistance 35 va se détendre en produisant un travail et subir une importante baisse de température, sa pression en fin de course étant sensiblement égale à la pression de l'air contenu dans la chambre de contre pression 36. Durant ces opérations, le piston moteur 15, commandant la chambre de détente 4 est arrivé à son point mort haut, fig 2, et le volet étanche 8 est ouvert pour  
25 permettre la détente de l'air comprimé contenu dans la chambre d'expansion 2 et produire le travail moteur. La came 29 maintient durant cette détente le piston de surcompression 26 à son point mort haut, et du fait du levier à pression les forces dues à la pression de la chambre 2 ne sont pas retransmises à la came 29 de même que les pressions sensiblement égales dans la chambre d'assistance 35 et la chambre de contre pression 36 n'exercent aucun couple sur ladite came.

30 La détente fournissant le travail moteur dans la chambre de détente et d'échappement 4 étant effectuée, Fig 3, le volet étanche 8 est refermé. La came 29, dans sa rotation autorise à nouveau le déplacement du piston d'assistance, le volet étanche 6 s'ouvre pour permettre l'admission d'une nouvelle charge dans la chambre de combustion ou d'expansion 2, l'électrovanne 40 s'ouvre, sollicité par le ressort de rappel 46 et par la pression dans la chambre 2  
35 le piston d'assistance 30 va rejoindre sa position initiale refoulant dans l'échangeur air air, ou le radiateur 41 l'air comprimé mais détendu et à basse température contenu dans la chambre d'assistance 35. Cet air va ainsi, grâce à l'échangeur, se réchauffer jusqu'à une température proche



de l'ambiante et augmenter de volume en rejoignant la capacité tampon 43 en ayant récupéré une quantité d'énergie non négligeable dans l'atmosphère.

Selon une caractéristique du procédé de l'invention la détente avec travail peut être utilisée pour fournir de l'énergie électrique au véhicule. Un exemple de dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé est dessiné sur la figure 4 où l'on peut voir un dispositif très semblable au dispositif d'assistance décrit ci-dessus et ayant de nombreux points communs avec ce dernier, constitué d'un piston 30 couissant dans un cylindre 31 fermé des deux côtés. Le piston 30 est solidaire d'une tige 34 qui porte un noyau de ferrite 49 passant à l'intérieur d'un enroulement 50, et dont l'extrémité est reliée à un ressort de rappel 46. Le piston 30 détermine donc dans le cylindre deux chambres étanches 35 et 36, une chambre de détente et de travail 35, et une chambre de contre pression 36 du côté de la tige 34. Un conduit d'admission d'air haute pression 37 débouche dans la chambre de détente et de travail 35, l'ouverture et la fermeture de ce conduit sont commandées par une électrovanne 38. Un conduit d'échappement 39 débouche également dans la chambre de détente et de travail 35, l'ouverture et la fermeture de ce conduit étant commandées par une électrovanne 40. Le conduit d'échappement 39 est relié d'autre part à un échangeur thermique air air ou radiateur 41 lui-même relié par un conduit 42 à une capacité tampon à pression finale d'utilisation quasi constante 43. La chambre de contre pression 36 est reliée à travers un conduit 44 à la capacité tampon 43 qui alimente également par un conduit 45 l'injecteur d'air additionnel 22.

Lors du fonctionnement du moteur en mode air comprimé, selon le procédé de l'invention, et en fonction de la consommation d'air comprimé par l'injecteur d'air additionnel 22, l'électrovanne 38 est ouverte puis refermée pour admettre une charge d'air comprimé très haute pression dans la chambre 35. Sollicité par la différence de pression entre les chambres 35 et 36, le piston 30 se déplace en comprimant le ressort 46 en entraînant par sa tige 34 le mouvement du noyau de ferrite 49 dans l'enroulement 50, produisant ainsi un courant électrique. La détente avec travail de la charge d'air comprimé haute pression à température ambiante produit un abaissement de la température. Lorsque l'on atteint l'équilibre de pression ou plutôt d'effort entre les chambres, l'électrovanne 40 est ouverte et poussé par le ressort de rappel 46, le piston 30 et le noyau de ferrite 49 retrouvent leur position initiale refoulant dans l'échangeur air air, ou le radiateur 41, l'air comprimé mais détendu et à très basse température contenu dans la chambre de pression et de détente 35. Cet air va ainsi, grâce à l'échangeur, se réchauffer jusqu'à une température proche de l'ambiante et augmenter de volume en rejoignant la capacité tampon 43 en ayant récupéré une quantité d'énergie non négligeable dans l'atmosphère.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les deux dispositifs décrits ci-dessus peuvent également être avantageusement combinés, en effet la pression est maximale en tout début de course du piston 30, alors que l'effort nécessaire pour faire fonctionner le levier à pression est moins important. Ce dispositif, ainsi combiné, est décrit figure 5 où l'on peut voir entre le système d'assistance et le levier à pression tels que décrits sur les figures 1 à 3, implanté sur la tige de



commande 34, un noyau de ferrite 49 coulissant dans un enroulement de fil de cuivre 50, similaires à ceux décrits sur la figure 4. Lors du fonctionnement il devient donc possible de pouvoir récupérer de l'énergie électrique au début de la course dans des enroulements 50 prévus à cet effet, puis de fonctionner ensuite, selon le mode décrit sur les figures 1 à 3.

5 Selon une des caractéristiques préférentielles de l'invention, un autre dispositif d'application et de mise en oeuvre du procédé de l'invention est montré sur la figure 6 où la détente produit un travail qui peut directement être utilisé sur l'arbre moteur, où un ensemble bielle 53 et piston de travail 54, est attelé directement sur l'arbre moteur 18. Ce piston 54 coulisse dans un cylindre borgne 55 et détermine une chambre de travail 35 dans laquelle débouche d'une part  
10 un conduit d'admission d'air haute pression 37 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne 38, et d'autre part un conduit d'échappement 39 relié à l'échangeur thermique air air ou radiateur 41 lui-même relié par un conduit 42 à une capacité tampon à pression finale d'utilisation quasi constante 43. Lors du fonctionnement lorsque le piston de travail 54 est à son point mort haut, l'électrovanne 38 est ouverte puis refermée afin d'admettre une charge d'air  
15 comprimé très haute pression qui va se détendre en repoussant le piston 54 jusqu'à son point mort bas et entraîner par l'intermédiaire de la bielle 53 le vilebrequin moteur 18. Lors de la course de remontée du piston 54, l'électrovanne d'échappement 40 est alors ouverte et l'air comprimé mais détendu et à très basse température contenu dans la chambre de travail est refoulé dans l'échangeur air air ou radiateur 41. Cet air va ainsi se réchauffer jusqu'à une température proche de l'ambiante  
20 et augmenter de volume en rejoignant la capacité tampon 43 en ayant récupéré une quantité d'énergie non négligeable dans l'atmosphère.

La figure 7 représente, vu en perspective, un échangeur thermique air-air 41 tel que décrit sur les figures précédentes, équipé selon le dispositif de mise en oeuvre du procédé de l'invention décrit ci-après, pour climatiser le véhicule avec un conduit d'arrivée d'air à très basse  
25 température 39 et un conduit de départ après réchauffage de l'air 42 pour son utilisation finale, l'air de l'atmosphère destiné à le réchauffer est collecté à travers un conduit 55 et soufflé à travers le radiateur par un ventilateur 56. En cédant ses calories à l'air comprimé contenu dans le radiateur, l'air de l'atmosphère se refroidit et est collecté dans un conduit 56 ou un volet mobile 57 permet  
30 d'en diriger tout ou partie suivant son ouverture, vers l'habitacle du véhicule pour en assurer la climatisation. La régulation du flux d'air réfrigéré peut être opérée selon tous moyens connus en ce domaine tel que masque sur le radiateur, volets, addition d'air chaud etc... sans pour autant changer le principe de cette caractéristique de l'invention. Ce dispositif peut être utilisé en combinaison avec les autres dispositifs décrits précédemment sans changer pour autant le principe de l'invention qui vient d'être décrite.

## REVENDECATIONS

- 1.- Procédé de récupération d'énergie thermique environnante pour moteurs ou véhicules équipés  
5 de moteurs dépollués ou dépolluant fonctionnant avec injection d'air additionnel dans la chambre de combustion ou d'expansion et ayant un réservoir de stockage d'air comprimé haute pression caractérisé en ce que l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression, est, préalablement à son utilisation finale à pression inférieure, détendu à une pression proche de celle nécessaire à son utilisation finale, dans un système à volume variable, par exemple un piston dans  
10 un cylindre, produisant un travail qui a pour conséquence de refroidir à basse température l'air comprimé ainsi détendu et en ce que cet air comprimé et détendu à sa pression d'utilisation est envoyé dans un échangeur thermique, pour se réchauffer, et augmenter ainsi sa pression et/ou son volume par récupération d'un apport d'énergie thermique.
- 2.- Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'air comprimé détendu et à basse  
15 température est envoyé dans un échangeur thermique avec de l'air environnant à température ambiante, pour se réchauffer jusqu'à une température sensiblement égale à ladite température ambiante et, augmenter ainsi sa pression et/ou son volume en ayant récupéré un apport d'énergie thermique provenant de l'atmosphère.
- 3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, tout ou partie de l'air détendu à  
20 très basse température est réchauffé sur les zones chaudes du moteur servant ainsi de complément au système de refroidissement de ce dernier, en combinaison ou non avec son passage dans l'échangeur thermique.
- 4.- Application du procédé suivant les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le travail produit lors de la détente dans le système à volume variable est récupéré et utilisé par des moyens  
25 mécaniques, électriques, pneumatiques ou hydrauliques en complément de puissance au moteur.
- 5.- Application du procédé suivant la revendication 2 caractérisé en ce que, l'air ambiant qui traverse l'échangeur air-air et qui est refroidi est utilisé pour assurer la climatisation du véhicule.
- 6.- Dispositif pour l'application du procédé de l'invention selon la revendication 4, caractérisé en ce que, le système à volume variable est constitué d'un piston (30), muni de tiges de commande  
30 et/ou de transmission de mouvement (32, 34), coulissant dans un cylindre (31) fermé des deux côtés et déterminant ainsi dans ledit cylindre d'un côté une chambre de détente et de travail (35) dans laquelle débouche un conduit d'admission d'air haute pression (37) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne (38) pour permettre l'admission d'une charge d'air comprimé haute pression qui va se détendre en repoussant le piston, en produisant un travail  
35 et en se refroidissant à basse température, et un conduit d'échappement (39) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne (40) permettant lors du retour du piston (30) de propulser l'air comprimé détendu et à basse température dans l'échangeur thermique (41) où il va se réchauffer jusqu'à une température proche de l'ambiante en augmentant ainsi de volume, pour

être ensuite dirigé en sortie de radiateur vers une capacité à pression quasi constante (43) elle même reliée d'une part à l'injecteur d'air comprimé additionnel (22), et d'autre part à la chambre de contrepression (36) permettant de réguler la pression de fin de détente et d'équilibrer les pressions de part et d'autre de ce dernier afin que ledit piston puisse être repoussé à son point de départ par un ressort (46).

7.- Dispositif pour l'application selon la revendication 4 caractérisé en ce que le système de détente produisant un travail permet de réaliser une assistance à la commande d'un piston de surpression (26) coulissant dans un cylindre (25) débouchant dans la chambre de combustion ou d'expansion (2) permettant d'effectuer une surcompression de l'air contenu dans la chambre de combustion alors que le phasage est assuré par une came (29), alors que la détente de la charge d'air comprimé haute pression admise dans la chambre de travail et de détente (35) repousse le piston (30) qui par l'intermédiaire de sa tige de commande (34) agit sur un levier à pression (27,28) qui repousse le piston de surcompression (26) augmentant ainsi la pression dans la chambre de combustion ou d'expansion (2), et par voie de conséquence la performance du moteur.

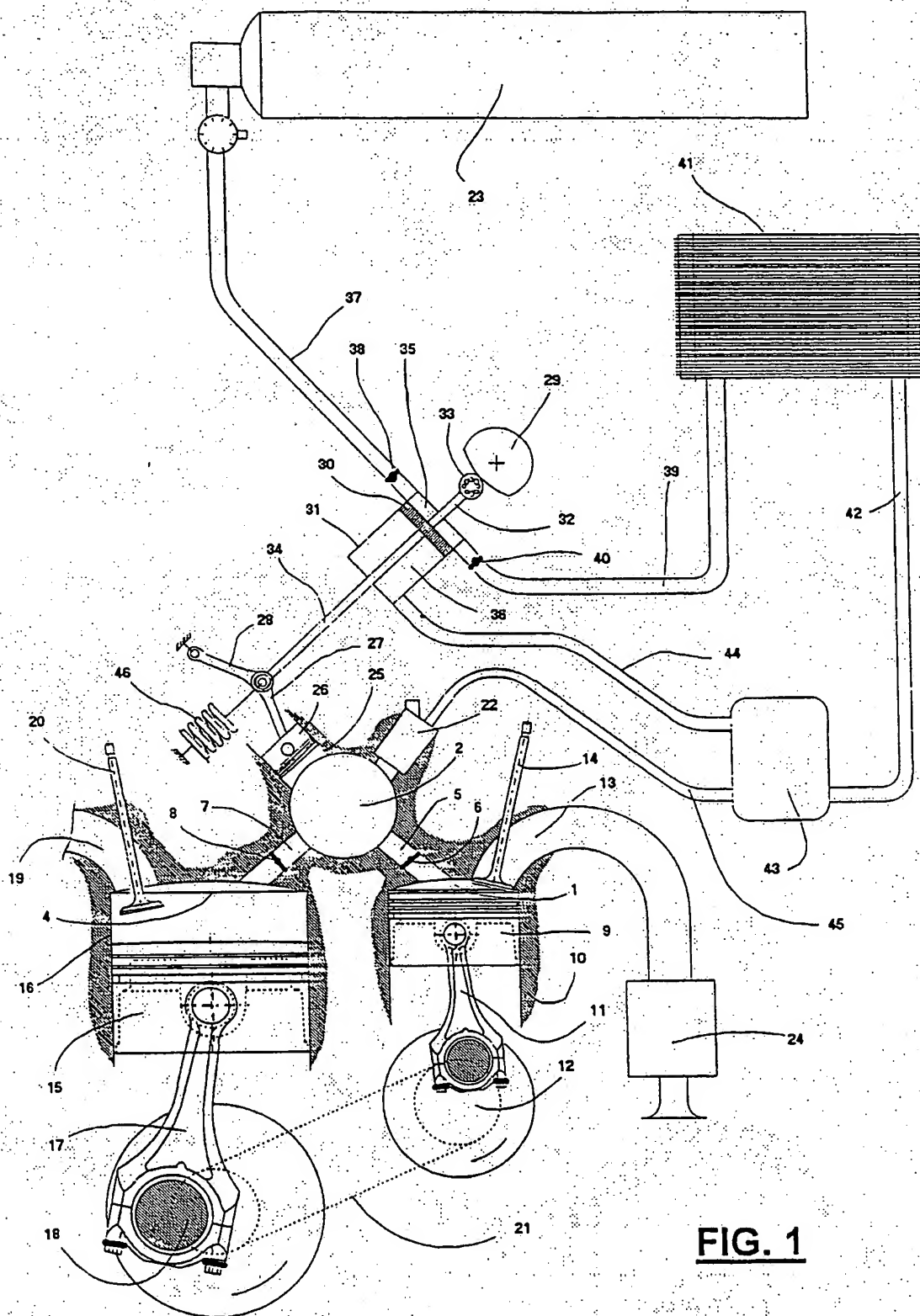
8.- Dispositif pour l'application selon la revendication 4 caractérisé en ce que le système de détente produisant un travail est utilisé pour fournir de l'énergie électrique, la tige de commande (34) étant équipée d'un noyau de ferrite (49) circulant dans un enroulement (50), l'ensemble étant rappelé par un ressort (46).

9.- Dispositif selon les revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le système de détente produisant un travail est utilisé de manière mixte pour produire de l'électricité par l'intermédiaire d'un noyau de ferrite et d'un enroulement (49) ainsi que pour effectuer une surpression de l'air contenu dans la chambre de combustion ou d'expansion (2) tel que décrit dans la revendication 6.

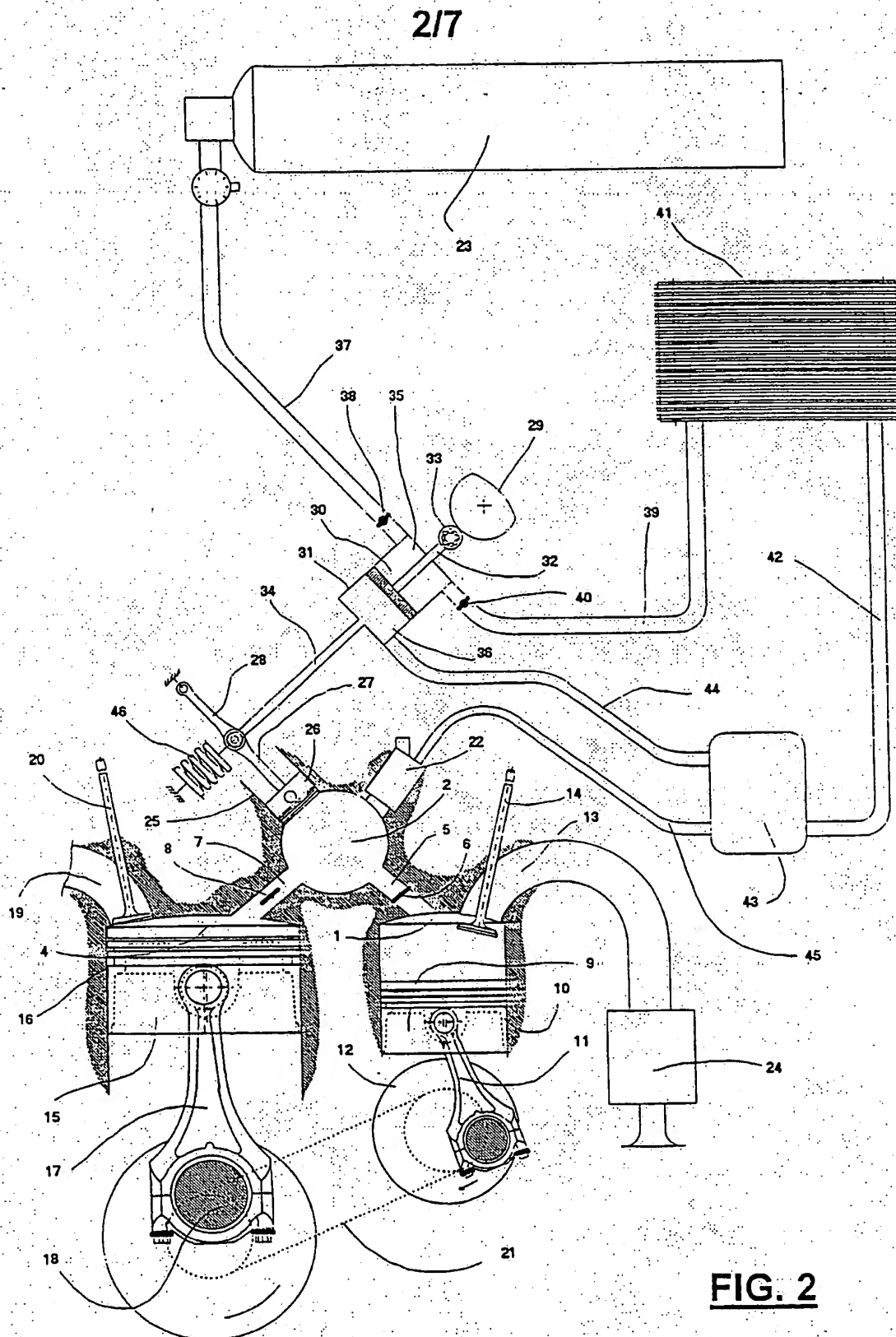
10.- Dispositif pour l'application et la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'air comprimé haute pression contenu dans le réservoir de stockage (23) est détendu dans un système à volume variable constitué d'un piston (54) relié par l'intermédiaire d'une bielle (53) au vilebrequin moteur (18) et coulissant dans un cylindre borgne (55) déterminant au dessus dudit piston une chambre de travail dans laquelle débouche un conduit d'admission d'air haute pression (37) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne (38) pour permettre l'admission d'une charge d'air comprimé haute pression qui va se détendre en repoussant le piston (54), en produisant un travail directement récupéré sur l'arbre moteur (18) et en se refroidissant à très basse température, et un conduit d'échappement (39) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne (40) permettant lors du retour du piston (54) vers son point mort haut de refouler l'air comprimé détendu et à basse température dans l'échangeur thermique (41) ou il va se réchauffer jusqu'à une température proche de l'ambiante en augmentant ainsi de volume, pour être ensuite dirigé en sortie du radiateur vers une capacité à pression quasi constante (43) elle-même reliée à l'injecteur d'air comprimé additionnel (22).

11.- Dispositif pour l'application selon la revendication 5 caractérisé en ce que l'air ambiant est canalisé et soufflé par un ventilateur (56) à travers un collecteur (55) pour se refroidir en cédant ses

1/7

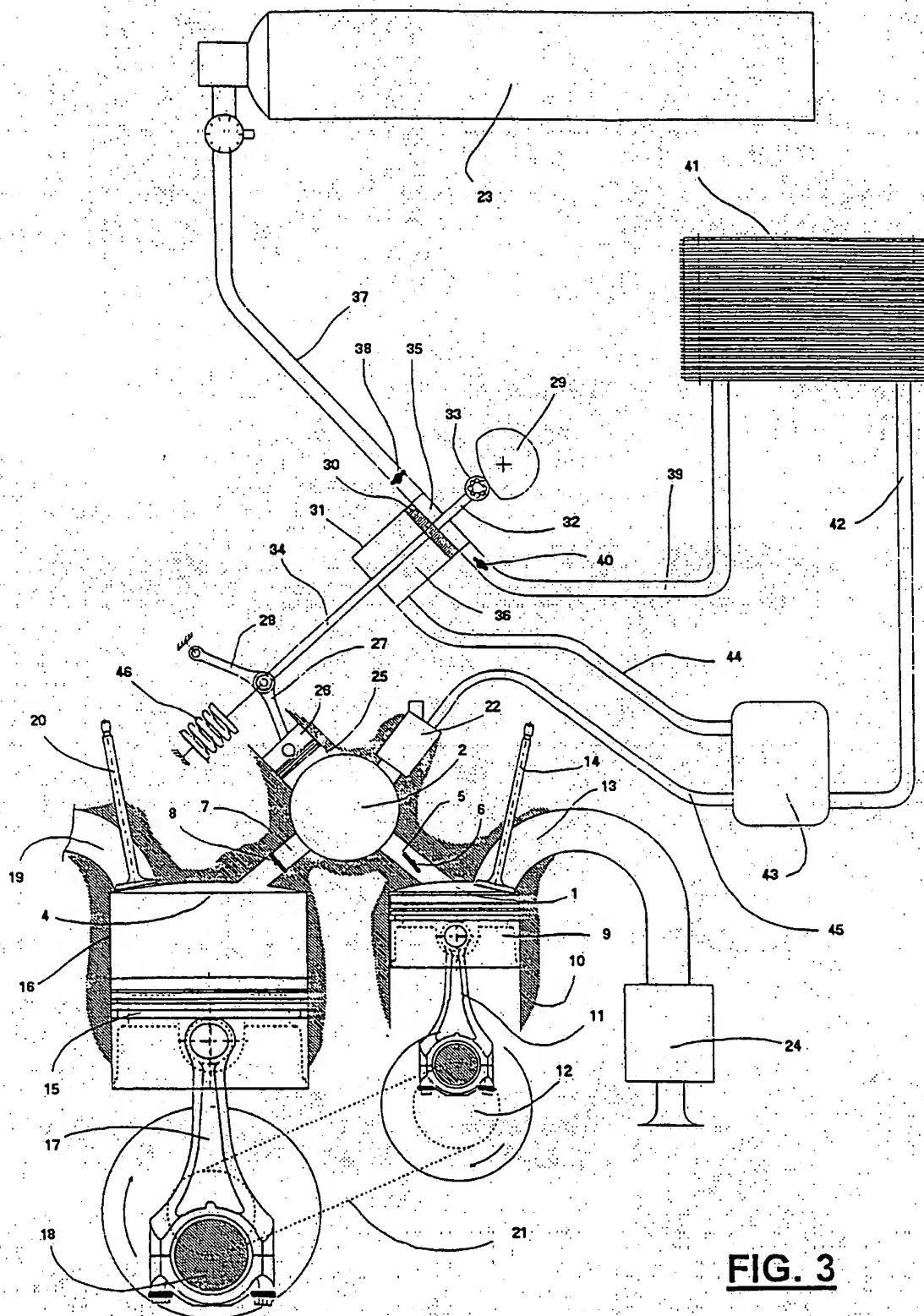


**FIG. 1**



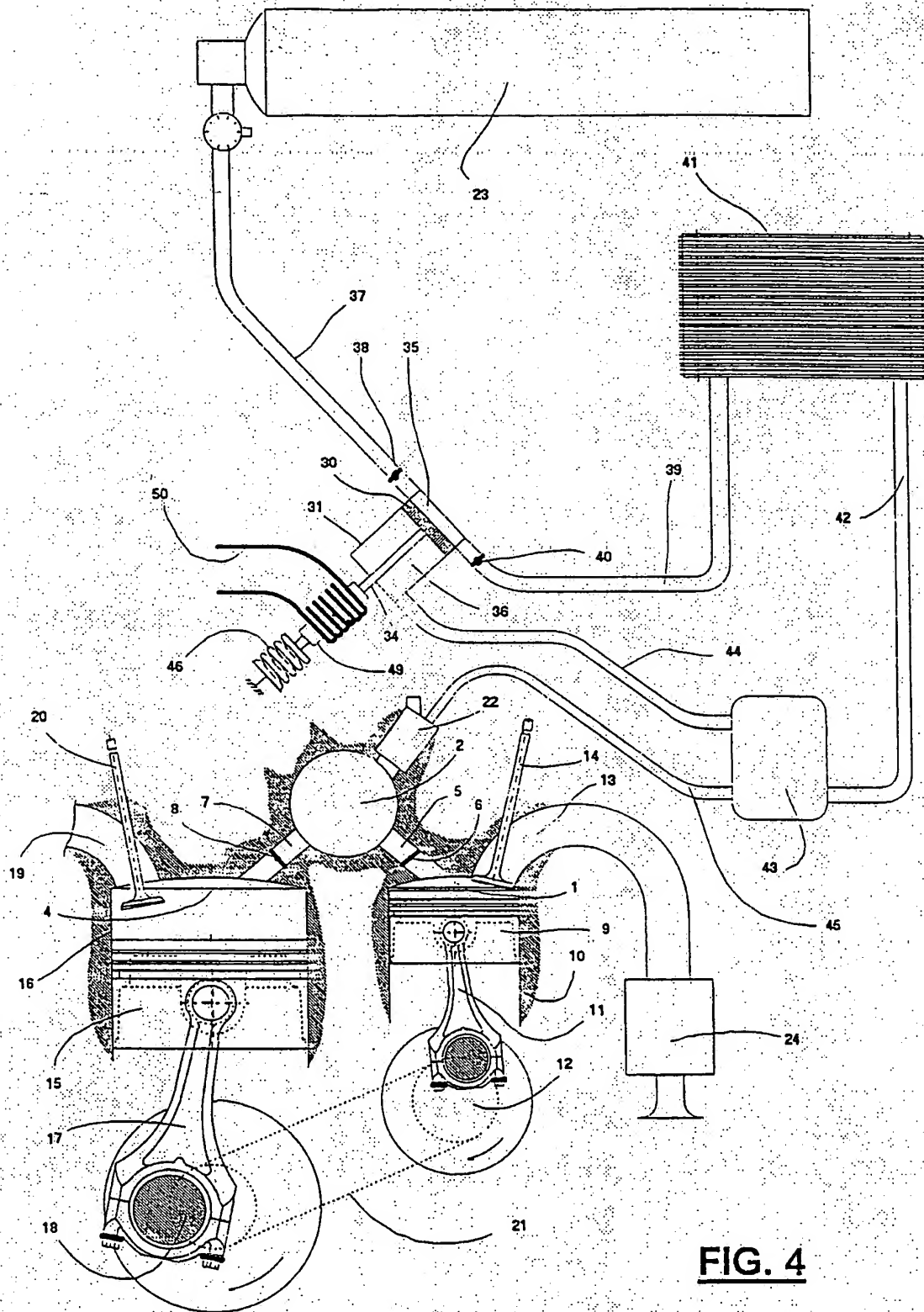
**FIG. 2**

3/7

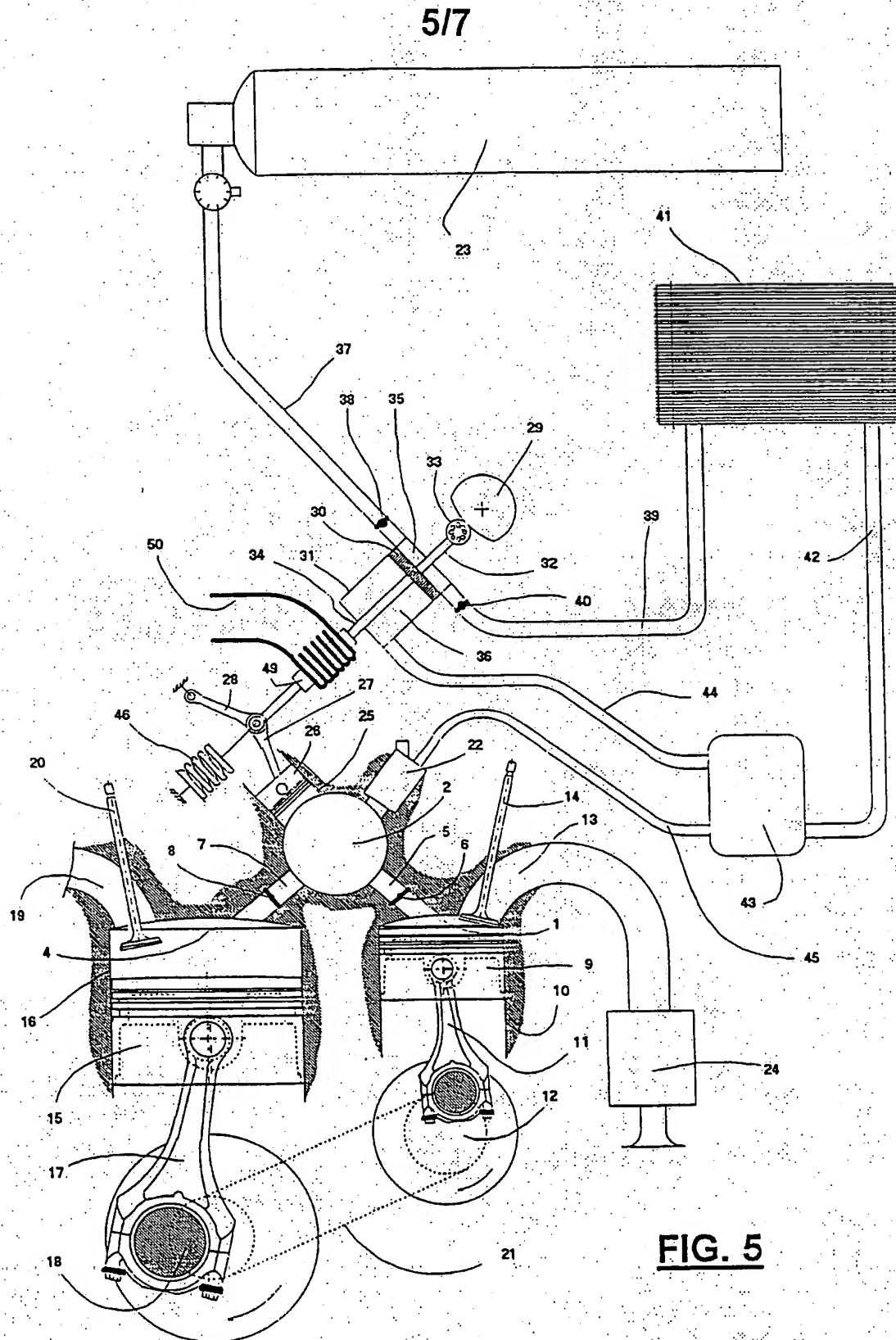


**FIG. 3**

4/7

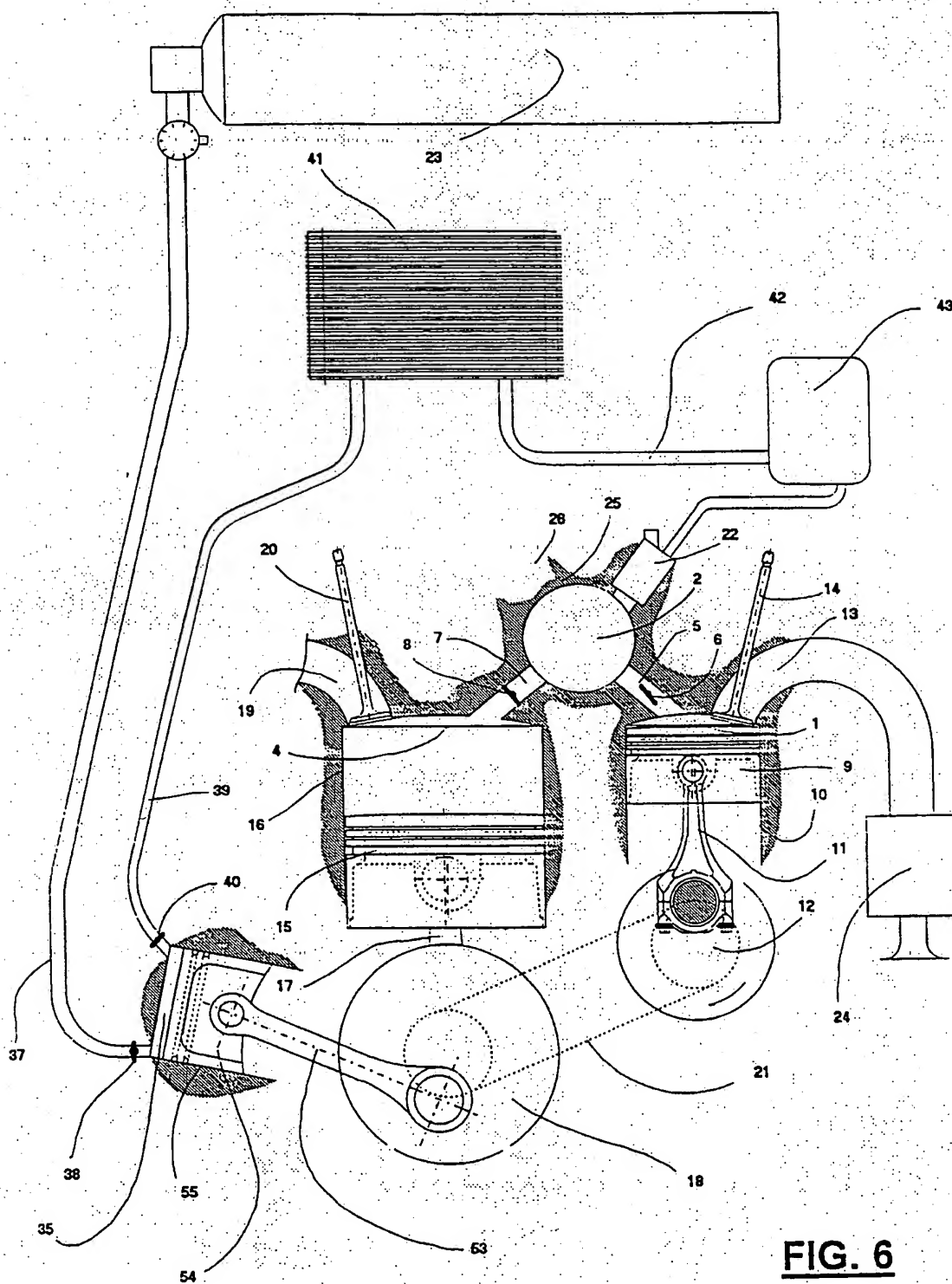
**FIG. 4**





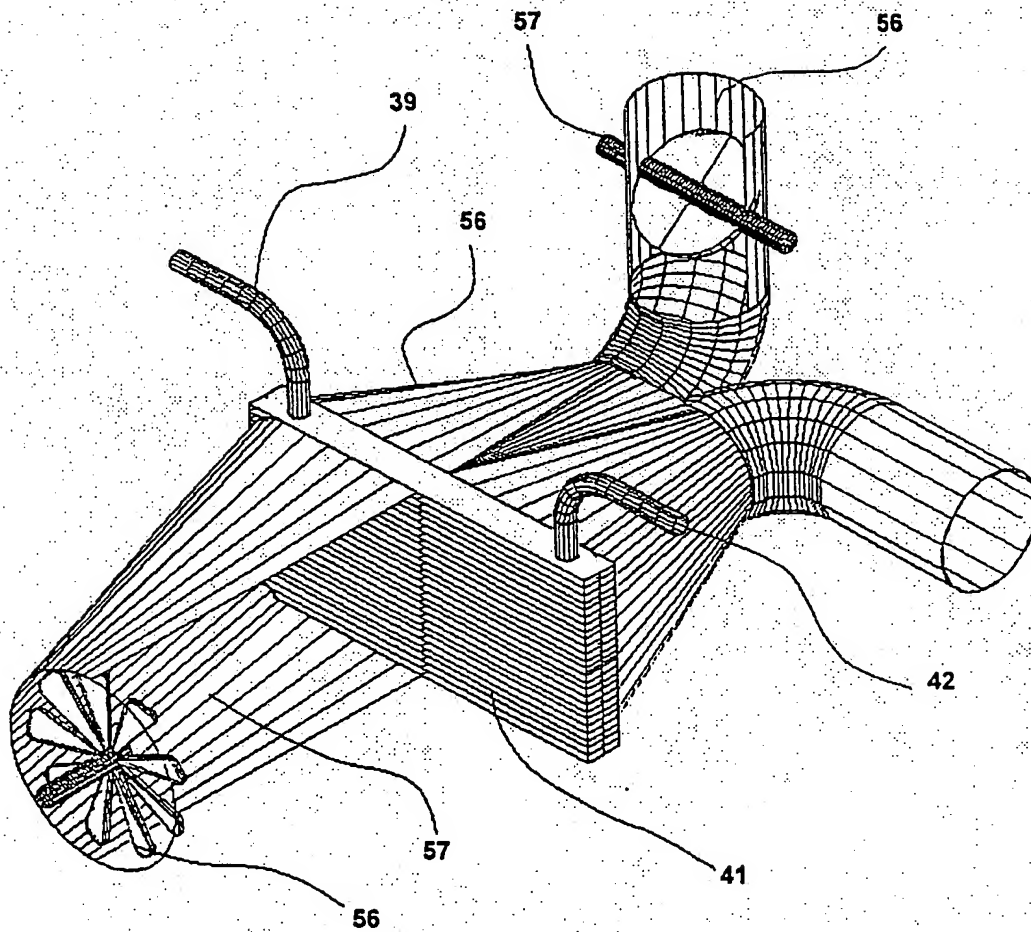
**FIG. 5**

6/7



**FIG. 6**

717



**FIG. 7**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 98/00109

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 F02G1/02 F25B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F02G F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 617 801 A (CLARK JR ROBERT W) 21 October 1986 see column 2, line 28 - column 4, line 12 see column 4, line 40 - column 18, line 31; figures	1
A	SERRUYS: "A propos des cycles d'Ericsson et de Stirling" REVUE GENERALE DE THERMIQUE, vol. 12, no. 143, November 1973, pages 1125-1134, XP002040913	1
A	US 4 693 090 A (BLACKMAN PETER M) 15 September 1987 see column 2, line 66 - column 7, line 50; figures	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 April 1998

Date of mailing of the international search report

07/05/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel.: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mouton, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No

PCT/FR 98/00109

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 42 37 826 A (ROTH KLAUS DR) 11 May 1994 see page 4, line 35 - page 6, line 34; figures ---	1
A	US 4 023 366 A (SCHNEIDER RICHARD N) 17 May 1977 see column 3, line 6 - column 12, line 6; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/00109

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4617801 A	21-10-86	AU 579499 B	24-11-88
		AU 6548586 A	01-07-87
		BR 8607009 A	09-02-88
		DE 3683043 A	30-01-92
		EP 0246275 A	25-11-87
		FI 873311 A	29-07-87
		JP 2515774 B	10-07-96
		JP 63501729 T	14-07-88
		WO 8703357 A	04-06-87
US 4693090 A	15-09-87	NONE	
DE 4237826 A	11-05-94	NONE	
US 4023366 A	17-05-77	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No

PCT/FR 98/00109

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 6 F02G1/02 F25B1/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 F02G F25B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 617 801 A (CLARK JR ROBERT W) 21 octobre 1986 voir colonne 2, ligne 28 - colonne 4, ligne 12 voir colonne 4, ligne 40 - colonne 18, ligne 31; figures ---	1
A	SERRUYS: "A propos des cycles d'Ericsson et de Stirling" REVUE GENERALE DE THERMIQUE, vol. 12, no. 143, novembre 1973, pages 1125-1134, XP002040913 ---	1
A	US 4 693 090 A (BLACKMAN PETER M) 15 septembre 1987 voir colonne 2, ligne 66 - colonne 7, ligne 50; figures --- --- -/--	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 avril 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

07/05/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040; Tx. 31 651 ep nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mouton, J



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No  
PCT/FR 98/00109

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec le cas échéant, l'Indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 42 37 826 A (ROTH KLAUS DR) 11 mai 1994 voir page 4, ligne 35 - page 6, ligne 34; figures	1
A	US 4 023 366 A (SCHNEIDER RICHARD N) 17 mai 1977 voir colonne 3, ligne 6 - colonne 12, ligne 6; figures	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 98/00109

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4617801 A	21-10-86	AU 579499 B AU 6548586 A BR 8607009 A DE 3683043 A EP 0246275 A FI 873311 A JP 2515774 B JP 63501729 T WO 8703357 A	24-11-88 01-07-87 09-02-88 30-01-92 25-11-87 29-07-87 10-07-96 14-07-88 04-06-87
US 4693090 A	15-09-87	AUCUN	
DE 4237826 A	11-05-94	AUCUN	
US 4023366 A	17-05-77	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**